

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-231926

(43)Date of publication of application : 07.09.1993

(51)Int.Cl.

G01J 1/02

G01J 5/02

H01L 49/00

(21)Application number : 04-038107

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 25.02.1992

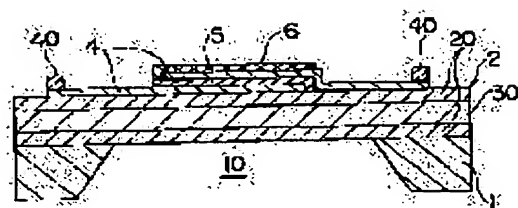
(72)Inventor : ISHIDA TAKUO
SAKAI ATSUSHI
AIZAWA KOICHI
AWAI TAKAYOSHI
KAKINOTE KEIJI

(54) HEAT INSULATING FILM FOR DIAPHRAGM STRUCTURE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the excessive distortion or breakage of a heat insulating film and to improve the manufacturing yield by constituting the film of a multi-layered film of oxide silicon with different composition ratios of silicon and oxygen.

CONSTITUTION: A heat insulating film 2 is formed on the surface of a substrate 1 formed of silicon or the like. At the central part of the heat insulating film 2, the substrate 1 is etched from below, thus forming an empty room 10. A pair of electrode layers 4 of a conductive metal such as chromium or the like, an α -SiC thermistor layer 5 and an infrared absorbing layer 6 are layered on the heat insulating film 2 at the center of the empty room 10. The heat insulating film 2 is formed of three layers of an SiO_x film 20 ($x=0.6-1.0$), an SiO_2 layer 30 and an SiO_x layer 20 ($x=0.6-1.0$) from the closer side to the substrate 1. Therefore, since the residual stress of each layer is different, the residual stress for the whole of the heat insulating film can be reduced. The manufacturing yield is improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3124815

[Date of registration] 27.10.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 2 3 1 9 2 6

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 9 月 7 日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G O 1 J	1/02	C	7381 - 2 G	
	5/02	C	8909 - 2 G	
H O 1 L	49/00	Z	8728 - 4 M	

審査請求 未請求 請求項の数 2

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 4-38107

(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 2 月 25 日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 石田 拓郎

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 阪井 淳

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 相澤 浩一

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 武彦

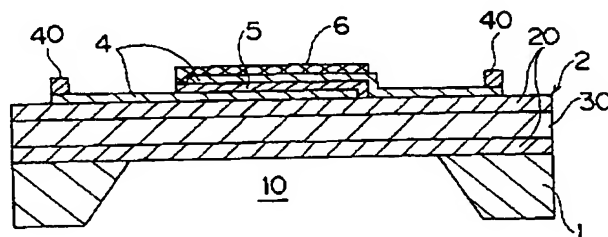
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイアフラム構造用熱絶縁膜およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 赤外線検出素子などに利用され、薄膜の一部が基板で支持されずに浮いた状態になるダイアフラム構造において、前記薄膜として用いられる熱絶縁膜であって、残留応力が少ないとともに、熱絶縁性にも優れ、しかも、製造も容易であって、ダイアフラム構造に用いるのに適した熱絶縁膜を提供する。

【構成】 ダイアフラム構造に用いられ、 SiO_x ($x = 0.6 \sim 1.0$) 層 20 や SiO_2 層 30 のように、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜からなる熱絶縁膜 2。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 薄膜の一部が基板で支持されずに浮いた状態になるダイアフラム構造において前記薄膜として用いられる熱絶縁膜であって、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜からなることを特徴とするダイアフラム構造用熱絶縁膜。

【請求項 2】 請求項 1 のダイアフラム構造用熱絶縁膜を製造する方法であって、イオンクラスタービーム蒸着法で、 SiO を蒸発源にして、蒸着中に雰囲気ガスの酸素濃度を変えることにより、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜を形成することを特徴とするダイアフラム構造用熱絶縁膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、ダイアフラム構造用熱絶縁膜に関し、くわしくは、赤外線検出素子のサーミスタ膜を搭載する熱絶縁膜のように、熱絶縁膜の一部が基板で支持されずに中空に浮いた状態にしておく、いわゆるダイアフラム構造を構成するのに適した熱絶縁膜に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、サーミスタを利用した赤外線検出素子の一般的な構造としては、基板上に形成された熱絶縁膜の上に、サーミスタと、サーミスタの両面を挟む一対の電極とを重ねて形成しており、赤外線が当たって、サーミスタの温度が上昇すると、サーミスタの抵抗が変化するので、この抵抗変化を一対の電極で検出して、赤外線が検知できるようになっている。

【0003】 赤外線検出素子は、物体や人体から放出される微弱な赤外線を検出するのに用いられることが多く、このような用途では特に高感度が要求される。そこで、従来の赤外線検出素子では、基板の 1 部を掘り抜き、この掘り抜いた中空部分を渡すように熱絶縁膜を形成し、その上に電極およびサーミスタからなる赤外線検出部を設置した、いわゆるダイアフラム構造のものがある。この構造では、赤外線検出部で発生した熱が、熱絶縁膜の外周の基板への支持部を通じてのみ基板側に伝熱されるので、熱エネルギーが基板側に逃げ難くなり、サーミスタの温度上昇および抵抗変化が敏感に起こり、赤外線の検出感度が上昇する。

【0004】 このようなダイアフラム構造は、上記した赤外線検出素子における熱絶縁膜だけでなく、各種のセンサ素子あるいは電子素子において、熱絶縁膜を利用する場合にも採用されている構造である。従来、ダイアフラム構造用熱絶縁膜としては、酸化シリコンのような熱伝導率の低い材料が用いられていたが、この酸化シリコンの単層膜は、製造時の残留応力として強い圧縮応力が生じて、熱絶縁膜に歪みや破壊を起こす問題があった。そのため、酸化シリコン膜とは逆向きの残留応力を有する薄膜を積層した多層構造にすることによって、熱絶縁

膜全体としての残留応力の緩和を図っていた。具体的には、例えば、減圧 CVD 装置などを用い、酸化シリコン薄膜と窒化シリコン薄膜とを交互に堆積させて多層構造の熱絶縁膜を作製し、両薄膜の膜厚比を適当に調節することで、酸化シリコン薄膜の圧縮応力と窒化シリコン薄膜の引張応力が互いに打ち消し合い、熱絶縁膜全体としての残留応力が小さく抑えられるようにしていた。

【0005】 ダイアフラム構造において、熱絶縁膜の残留応力が問題になるのは、背面が基板で支持されていない熱絶縁膜の浮いた部分に過大な残留応力が生じると、熱絶縁膜が歪んだり、破壊されたりするからである。そのため、製造時の歩留りが悪くなり、使用時の耐久性にも劣るものとなる。図 2 は、従来のダイアフラム構造における熱絶縁膜の構造を示しており、基板 7 の上に、窒化シリコン (Si_3N_4) 薄膜 8 と、酸化シリコン (SiO_2) 薄膜 9 を交互に 2 層づつ堆積させて、合計 4 層の多層構造からなる熱絶縁膜にしている。なお、基板 7 の中央部分は、エッチングなどで掘り込まれており、欠除空間 70 となっていて、この部分では熱絶縁膜は浮いた状態で全く支持されていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記のような従来のダイアフラム構造における熱絶縁膜では、多層構造にしたことによって、熱絶縁膜全体の熱伝導率が大きくなってしまい、熱絶縁膜本来の機能が十分に発揮できなくなってしまう。これは、前記した従来技術では、酸化シリコン薄膜の圧縮残留応力を相殺するために、引張残留応力を示す窒化シリコン薄膜を積層しているが、この窒化シリコン薄膜は、酸化シリコンに比べて熱伝導率が 1 桁程度も大きい。そのため、窒化シリコン薄膜を含む多層構造の熱絶縁膜は、熱伝導率が高くなり、熱絶縁の機能が低下してしまうのである。

【0007】 熱伝導率が小さく、しかも、残留応力が逆になる薄膜材料の組み合わせがあればよいが、現在のところ、そのような薄膜材料の組み合わせで容易に実現可能なものは見当たらない。また、構成材料の異なる薄膜を積層させて多層膜を形成する場合、薄膜を 1 層形成する毎に、処理装置から取り出して、別の薄膜材料を用いる処理装置に移し替えたり、処理装置の使用ガスを完全に入れ換えてから次の処理を行ったりするなど、工程数が増大し、作業の手間および時間がかかってしまうという問題もある。

【0008】 そこで、この発明の課題は、このような従来技術の問題点を解消し、残留応力が少ないとともに、熱絶縁性にも優れ、しかも、製造も容易であって、ダイアフラム構造に用いるのに適した熱絶縁膜を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決する、この発明にかかるダイアフラム構造用熱絶縁膜は、薄膜の

一部が基板で支持されずに浮いた状態になるダイアフラム構造において前記薄膜として用いられる熱絶縁膜であって、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜からなることを特徴としている。

【0010】まず、ダイアフラム構造とは、各種のセンサ素子あるいは電子素子において、基板上に形成された薄膜のうち、薄膜の背面の一部に基板が存在せず、薄膜が中空に浮いた状態になった部分があり、薄膜は外周辺などの一部だけで基板に支持されているような構造を言う。ダイアフラム構造では、目的とする機能に合わせて、単独あるいは複数の薄膜が積層されるが、この発明では、薄膜のうちに、少なくとも熱絶縁膜を含むものであれば、任意の膜構造を有するものに適用できる。

【0011】酸化シリコンは、熱伝導率が小さく、熱絶縁膜の材料として適した材料である。この酸化シリコンとして、シリコンと酸素の組成比が異なるものを複数層積層して熱絶縁膜を構成する。具体的には、酸化シリコンを表す化学構造式 SiO_x で、 x の値が0.6~1.0の層、 x が2の層すなわち SiO_2 など、 x の値が異なる酸化シリコンの層を複数層重ねる。この x の値によって、残留応力の状態が違って来る。個々の酸化シリコンの厚みや、そのシリコンと酸素の組成比は、熱絶縁膜の用途や必要な性能に合わせて、自由に設定できる。積層する酸化シリコン層の数は、少なくとも2層、あるいは、3層以上の任意の層数でよい。

【0012】このような酸化シリコン多層膜の作製は、通常の各種薄膜形成手段を用いて行えるが、つぎに説明する方法が好ましい。すなわち、酸化シリコン層を形成する手段として、イオンクラスタービーム(ICB)蒸着法を採用し、蒸発源として SiO を用いるとともに、蒸着中に雰囲気ガスの酸素濃度を変えて、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜を形成する。上記のようなICB蒸着法では、蒸着中でも、酸化シリコン層の $Si:O$ の組成比を自由に制御できるため、連続工程で能率良く、前記した酸化シリコンの多層膜を作製することができる。

【0013】

【作用】酸化シリコンは、一般的には、 SiO_x の構造を有している。従来、熱絶縁膜を構成するのに一般的に使用されていた酸化シリコン薄膜は、上記構造式で x が2の場合すなわち SiO_2 であった。この SiO_2 は、圧縮の残留応力を示すことが判っている。これに対し、例えば、 x が0.6~1.0の酸化シリコン薄膜では、引張の残留応力を示すようになる。

【0014】すなわち、酸化シリコン SiO_x は、 x の値、言い換えると、 Si と O の組成比により、残留応力の状態が変化するのである。このことから、ダイアフラム構造用の熱絶縁膜を、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜で構成すれば、各酸化シリコン層毎の残留応力が互いに吸収もしくは緩和されて、熱絶

縁膜全体としては、残留応力が小さなものとなる。

【0015】シリコンと酸素の組成比が違って、酸化シリコンである限り、その熱伝導率は小さいので、熱絶縁膜全体の熱伝導率も、十分に小さなものとなり、良好な熱絶縁性を発揮できることになる。また、熱絶縁膜が多層構造であっても、基本的にはシリコンと酸素という同じ材料を用い、同じ処理方法で薄膜形成できるので、複数の層で全く別の材料を用いる場合に比べて、各層毎に処理装置を移し替えたりする手間がかからず、同じ処理装置を用いて能率的に製造することができる。

【0016】

【実施例】について、この発明の実施例について、図面を参照しながら以下に説明する。図1は、この発明にかかるダイアフラム構造用熱絶縁膜を、赤外線検出素子に用いた実施例を示している。シリコンなどからなる基板1の表面に、この発明にかかる熱絶縁膜2が形成されている。熱絶縁膜2の中央部分では、基板1が下方側からエッチングなどで掘り込まれて欠除空間10となっている。欠除空間10の中央で熱絶縁膜2の上には、クロムなどの導体金属からなる一対の電極層4、4、電極層4、4に挟まれた $a-SiC$ サミスタ層5、赤外線吸収層6が順番に積み重ねて形成されている。電極層4、4は、外側に延長されていて、この延長部の端部に、基板1の上部で接続用パッド40が設けられている。このような、赤外線検出素子の基本的構造は、通常の赤外線検出素子と同じである。

【0017】この発明では、熱絶縁膜2が、基板1に近い側から、 SiO_x ($x=0.6\sim1.0$)層20、 SiO_2 層30、および SiO_x ($x=0.6\sim1.0$)層20、の3層で構成された多層膜になっている。つぎに、このような熱絶縁膜2の作製方法について、具体的に説明する。シリコン基板1上に、ICB蒸着法で、 SiO_x ($x=0.6\sim1.0$)層20を1500Å、 SiO_2 層30を2000Å、さらに SiO_x ($x=0.6\sim1.0$)層20を1500Å作製した。このとき、蒸着源は SiO を用い、蒸着中に雰囲気ガスの酸素濃度を変えることで、各層20、30の組成比を変えた。したがって、各層20、30の作製は、連続して行われた。成膜条件は、 SiO_x ($x=0.6\sim1.0$)層20の場合、酸素濃度0、基板温度200℃、加速電圧1.0kVであり、 SiO_2 層30の場合、酸素濃度を 1.0×10^{-4} Torrにした以外は、上記と同じ条件であった。

【0018】このような条件で各層20、30の作製を行ったところ、 SiO_x ($x=0.6\sim1.0$)層20には、引張残留応力が生じ、 SiO_2 層30には圧縮残留応力が生じていることが確認できた。そして、これらの層20、30が積層された熱絶縁膜2は、残留応力が非常に小さなものであった。つぎに、上記熱絶縁膜2の上に、前記電極層4などを作製して、赤外線検出素子を製造した。

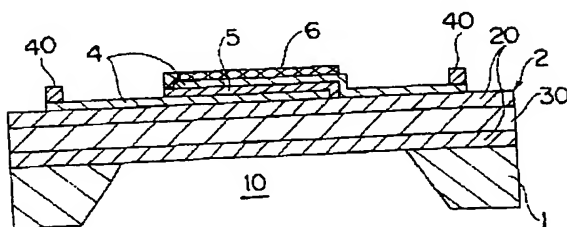
【0019】熱絶縁膜2の上に、電子ビーム蒸着法により、基板温度200℃で厚さ500Åのクロムを成膜した。ついで、フォトリソ工程でパターン化して、下部側の電極層4を形成した。つぎに、グロー放電分解法で、厚さ1μmのp型α-SiCを成膜し、フォトリソ工程で2×2mmの正方形にパターン化して、サーミスタ層5を形成した。成膜条件は、900mol%のメタン、0.25mol%のジボランを加えた水素希釈のモノシランを用い、基板温度180℃、圧力0.9Torr、周波数13.56KHz、放電電力20Wとした。ついで、電子ビーム蒸着法により、基板温度200℃で厚さ500Åのクロムを成膜し、フォトリソ工程によりパターン化を行って、上部側の電極層4を形成した。なお、これら上下の電極層4、4の寸法は、何れも1.9×1.9mmの正方形であった。

【0020】なお、電極層4、4の材料であるクロムは、不純物が添加されているほうが、熱伝導率が小さくなり、検出感度が向上するので、前記材料の代わりに、熱伝導率の小さいニッケルクロムを用いることもできる。つぎに、グロー放電分解法で、厚さ1μmの酸化シリコンを成膜し、フォトリソ工程で2×2mmの正方形にパターン化して、赤外線吸収層6を形成した。成膜条件は、700mol%の一酸化窒素を用い、基板温度250℃、圧力1Torr、周波数13.56KHz、放電電力30Wとした。つづいて、電子ビーム蒸着法で、アルミを成膜しパターン化して、接続用パッド40を形成した。

【0021】最後に、シリコン基板1のうち、熱絶縁膜2とは反対側から、酸化シリコンからなる熱絶縁膜2を残すようにして、水酸化カリウムで異方性エッチングを行って、欠除空間10を形成し、いわゆるダイアフラム構造の赤外線検出素子を製造した。製造された赤外線検出素子の寸法は、2.5×2.5mmの正方形であった。

【0022】異方エッチング後の歩留り、すなわち熱絶縁膜2が破れずに残った割合は、酸化シリコン層と窒化シリコン層との多層構造からなる従来の熱絶縁膜と同じ程度であった。しかし、その熱伝導率は、上記従来のものに比べて、はるかに小さく、熱絶縁性に優れたものであった。この赤外線検出素子を使用したところ、検出感度も良好で優れた品質性能を有することが確かめられた。

【図1】



【0023】

【発明の効果】以上に述べた、この発明にかかるダイアフラム構造用熱絶縁膜は、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜からなり、各層毎の残留応力が異なることにより、熱絶縁膜全体としての残留応力を小さくすることができた。その結果、熱絶縁膜によるダイアフラム構造を備えた素子の、製造工程における熱絶縁膜の過大な歪みや破壊を防止して、製造歩留りを向上させることができる。また、素子を使用中における、熱絶縁膜の耐久性も向上する。

【0024】しかも、熱絶縁膜を構成する多層構造が、シリコンと酸素の組成比が異なるだけで、同じ酸化シリコンからなるものであるから、製造が容易で処理設備も簡略になり、生産性の向上あるいは製造コストの削減を図ることができる。また、多層であっても酸化シリコンのみで構成された熱絶縁膜なので、熱伝導率は非常に小さく、熱絶縁膜に要求される高度な熱絶縁性を良好に発揮することができる。

【0025】つぎに、上記のような熱絶縁膜の製造を、イオンクラスタービーム蒸着法で、SiOを蒸発源にして、蒸着中に雰囲気ガスの酸素濃度を変えることにより、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコンの多層膜を形成するようにすれば、連続した1回の処理工程で、シリコンと酸素の組成比が異なる酸化シリコン層からなる多層構造を有する熱絶縁膜を、簡単かつ能率的に製造することができ、このようなダイアフラム構造用熱絶縁膜を備えた素子の生産性向上、コスト低減に大きく貢献できる。

【図面の簡単な説明】

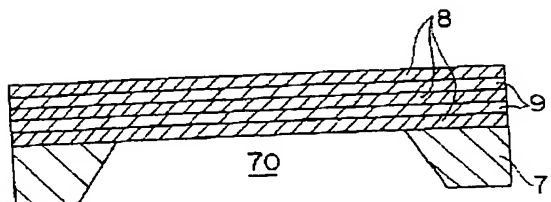
【図1】 この発明の実施例となる熱絶縁膜を備えた赤外線検出素子断面図

【図2】 従来例の断面図

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 熱絶縁膜
- 20 SiO_x (x=0.6~1.0) 層
- 30 SiO₂ 層
- 4 電極層
- 5 サーミスタ層
- 40 赤外線吸収層

【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成4年5月2日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】赤外線検出素子は、物体や人体から放出される微弱な赤外線を検出するのに用いられることが多く、このような用途では特に高感度が要求される。そこで、従来の赤外線検出素子では、基板の一部を掘り抜き、この掘り抜いた中空部分を渡すように熱絶縁膜を形成し、その上に電極およびサーミスタからなる赤外線検出部を設置した、いわゆるダイアフラム構造のものがある。この構造では、赤外線検出部で発生した熱が、熱絶縁膜の外周の基板への支持部を通じてのみ基板側に伝熱されるので、熱エネルギーが基板側に逃げ難くなり、サーミスタの温度上昇および抵抗変化が敏感に起こり、赤外線の検出感度が上昇する。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】ダイアフラム構造において、熱絶縁膜の残留応力が問題になるのは、背面が基板で支持されていない熱絶縁膜の浮いた部分に過大な残留応力が生じると、熱絶縁膜が歪んだり、破壊されたりするからである。そのため、製造時の歩留りが悪くなり、使用時の耐久性にも劣るものとなる。図2は、従来のダイアフラム構造における熱絶縁膜の構造を示しており、基板7の上に、窒化シリコン(Si_3N_4)薄膜8と、酸化シリコン(SiO_2)薄膜9を交互に堆積させて、合計5層の多層構造からなる熱絶縁膜にしている。なお、基板7の中央部分は、エッチングなどで掘り込まれており、欠除空間70となっていて、この部分では熱絶縁膜は浮いた状態で全く支持されていない。

フロントページの続き

(72)発明者 栗井 崇善

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 柿手 啓治

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)